## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

07-326812

(43) Date of publication of application: 12.12.1995

(51)Int.CI.

H01S 3/18

(21)Application number: 06-116747

(71)Applicant: YOKOGAWA ELECTRIC CORP

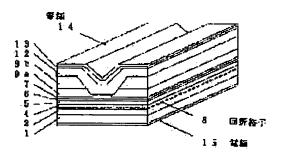
(22)Date of filing: 30.05.1994 (72)Inventor: INOUE TAKESHI

NAKAJIMA SHINICHI

# (54) DISTRIBUTED FEEDBACK TYPE SEMICONDUCTOR LASER AND ITS MANUFACTURE (57)Abstract:

PURPOSE: To flatten an active layer, enable controlling refractive index difference to be small, and make self-alignment possible, by setting the refractive index of a rib layer high as compared with a clad layer, and setting the etching depth of the rib layer smaller than the horizontal width of the rib layer.

CONSTITUTION: The distributed feedback type semiconductor laser has the following on a substrate 1; a diffraction grating 3, an active layer 6, a light confinement layer 5, a rib layer, and a clad layer 12 of low refractive index which confines light in the vertical direction. The etching depth of the rib layer is set smaller than the horizontal width of the rib layer. A current constriction layer 9a having the same refractive index as the clad layer 12 is formed on the side surface of the rib layer. The current constriction layer 9a is selectively grown and formed by using a mask which has beed used for working the rib layer in a stripe type. On the side surface of the current constriction layer 9a, a



(111) low growth speed face is made to appear. Thereby a rib type semiconductor laser wherein the active layer is flat and the refractive index difference can be reduced is formed.

### **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

24.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3106852

[Date of registration]

08.09.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(18) 日本国称野庁 (JP)

公 概 (A) 盂 华 噩 ধ 8

(11) 特許出歐公開每号

特開平7-326812

(43)公開日 平成7年(1995)12月12日

妆裾数序植形

F

广内数阻滞与

H01S 3/18

警室請求 未請求 請求項の数10 〇L (全 6 頁)

权存都武徽野市中町2丁目9根32号 **東西島都林内公**幹 000006507 (7) 出版人 平成6年(1994)6月30日 **科斯平**8-116747 (21) 法職務事 (22) 出版日

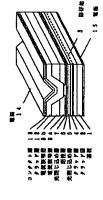
化大杉克斯斯斯中町2丁目94482号 植河 化灰杉 医克莱斯斯中耳 2 丁目 9 排32 号 检查 **医被存入会社内 建株式会社内** #1 政 (72) 発明者 (72) 新取過

**非理士 小灰 信助** (74)作量人

# (54) 【発明の名称】 分布器園型半導体レーザねよびその製造方法

小さく制御することが可能で、しかも自己整合可能な半 【目的】選択成長を利用し、活性層が平坦で屈折率差を 算体レーザおよびその製造方法を提供する。

伏に形成されたリブ層と、上下方向に光を閉じ込める低 田折率のクラッド層と、このクラッド帰と同じ屈折率を 有し前記リブ層の側面に形成され側面が (111) である観 【構成】基板上に、少なくとも分布帰還を得るための回 折格子と、横方向に平坦な活性層と、この活性層上に接 してあるいは他の半導体層を挟んで散けた光閉じ込め層 筑狭名屬を有し、前記リブ層の阻折率は前記クラッド層 **に花べた悪へ観信されると共に、包包リブ層のエッチン** と、この光閉じ込め層上に接してあるいは他の半導体層 を挟んで散けられ横モード閉じ込めのためにストライブ が欲さはリブ層の復幅より強くなるように形成する。



【特許請求の福田】

「請求項1】 基板上に、少なくとも分布帰還を得るため の回折格子と、横方向に平坦な活性層と、この活性層上 イブ状に形成されたリブ層と、上下方向に光を閉じ込め る低阻折率のクラッド層と、このクラッド層と同じ屈折 母を有し前記リブ層の闽面に形成され闽画が (111)面で に接してあるいは他の半導体層を挟んで散けた光閉じ込 め層と、この光閉じ込め層上に接してあるいは他の半導 体層を挟んで散けられ横モード閉じ込めのためにストラ ある電流狭窄層を有し、

されると共に、前記リブ層のエッチング深さはリブ層の 前記リブ層の屈折率は前記クラッド層に比べて高く設定 横幅より浅くなるように形成されてなることを特徴とす る分布部副形半単体ワーサ。 【請求項2】 前記リブ層のエッチング磔さはリブ層の横 幅の10分の1以下にしたことを特徴とする請求項1に **記載の分析癌髄形半導体フーナ。** 

【請求項3】 前記リブ層の下の半導体層は前記電流狭窄 層と同じ屈折率であることを特徴とする請求項1に記載 の分布帰還形半導体ワーザ。 【請求項4】前記電流狭窄層はp形層とn形層の組合せ であることを特徴とする請求項1に記載の分布帰還形半 [請求項5] 前記電流狭窄層は高抵抗層であることを特 【糖水項 6】 前記電流狭窄層の材料がInP であることを 【欝水項7】 前記活性層は量子井戸構造であることを特 特徴とする請求項1に記載の分布帰還形半導体レーザ。 散とする請求項1に記載の分布帰還形半導体レーザ。 散とする請求項1に記載の分布帰還形半導体レーザ。

【静水項8】基板上に、少なくとも分布帰還を得るため の回折格子と、横方向に平坦な活性層と、この活性層上 に接してあるいは他の半導体層を挟んで散けた光閉じ込 **め層を形成する工程と**、

前記ストライプをマスクとして前記光閉じ込め層の表面 を一部エッチングし、そのエッチング欲さがストライブ 前記光閉じ込め層の上にストライプを形成する工程と、 前配ストライプをマスクとして選択的に結晶成長させ、 の幅よりも浅くなるようにリブ層を形成する工程と、

容偏の上にクラッド層を形成する工程からなることを特 関面に (111)低成長速度面が現れるように電流狭窄層を 前記ストライプを除去した後、前記リブ層および電流狭

エッチングを行うことを特徴する請求項8に記載の分布 【請求項9】前記リブ層を形成する工程において、エッ チング深さがリブ層の幅の10分の1以下となるように 数とする分布帰還形半導体レーザの製造方法。 帯域形半導体フーザの製造方法。

いることを特徴とする請求項8に記載の分布帰避形半導 て、電流狭窄層の選択成長には有機金属気相成長法を用 【請求項10】前記電流狭窄層を形成する工程におい

8

特開平7-326812

ତ

体レーザの製造方法。 [発明の詳細な説明]

[0001]

【産業上の利用分野】本発明は、単一モード性に優れた 分布帰還型半導体レーザ(DFB-LD)に関し、特に 発版液長の作製精度向上に関するものである。

[0002]

きい値が容易に得られるため活性層をストライプ状にエ DFB-LDでも同様で、特に活性層を加工しても信頼 【従来の技術】従来の半導体レーザ(LD)では、低し た、いわゆる埋め込み型の構造が広く採用されている。 ッチング加工して周囲を低屈折率の電流狭窄層で埋め 性の問題が少ないInP系ではほとんどが埋め込み型あ いはその改良型である。 [0000] 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、周波数 安定化光源用や次世代光通信方式として期待されている 故長多重(WDM)用光顔としてDFB-LDを使用す る場合のように、発版液長の精度が厳しく要求される場 合には、次のような問題があることが明らかとなった。 [0004] すなわち、DFB-LDの発揮被長1は、 20

ただし、Aは回折格子のピッチ  $\lambda = 2 \cdot \Lambda \cdot n$  off

neff 计等価屈折率

で表わされるが、nett がばらつくため発振欲長えの精 かに変化するだけで全体の屈折率 n・tt に影響するため 度を高くすることができない。これは、従来の埋め込み 型では横方向の屈折率の差が大きく、活性層の幅がわず

なくできる利点がある。しかし、このようなリッジ型で で隣を形成する、いわゆるリッジ型は、溝と活性層の距 **離で屈折率差を小さくできる上に、結晶成長の回数を少** は1μm近くの深い溝を切り、しかも活性層との距離を すればよい。 活性層を平坦なままにして活性層の近傍ま 【0005】これを解決するためには阻折率差を小さく 0.2μm前後に制御する必要があり、再現性に難があ 30

を小さくすることができ、またエッチング処理も容易で しきい値や動作電流にばらつきが生じ、故長精度にも影 接する光閉じ込め層(SCH層)の表面の一部をストラ イブ状にエッチングした、いわゆるリブ型は、屈折率差 あるため、横モード閉じ込めの再現性は高い。 しかしな がら、電流閉じ込めは別に構を形成することにより行う ため、マスク合わせ工程が必要となり、ストライプ直下 の活性層以外への猫れ電流の制御が難しい。このため、 【0006】一方、図5に示すようた平坦な活性層にご 6

[0007] 発振波長を高精度に決めるためには、①等 価屈折率の制御性をよくし、砂漏れ電流量の再現性を上 げることが必要である。等価阻折率を決める要因は導放

1

特開平7-326812

の程度もプロセスに依存しやすいので、この点からも活 【0008】また、量子井戸構造を活性層に用いること に多くの利点があることは広く知られているが、量子井 戸を用いた場合には量子井戸活性層成長後のプロセス中 の側面から埋め込み層に使う不純物が拡散してきて量子 らないことが多々ある。欠陥の発生や再結合準位の発生 **活性層を切断して埋め込んだ構造では、量子井戸活性層** 井戸が徳島化されるため、ゲインピークが散計通りにな にゲインピークのシフトが起こらないことが望まれる。 佐層の加工は避けるのが窒ましい。

M合が再現するようにするためには、側モード閉じ込め れる。埋め込み型はこの点で連想的であるが、リブ型の で再現性よく位置合わせをすることは困難である。自己 整合させる方法としては、電流狭窄を選択的に成長させ **再現性の良い遊択成長、すなわち結晶成長させたくない** 【0009】他方、爛れ電流をなくす、あるいは溺れる と電流狭窄が同時に作製され自己整合されることが望ま ように活性層を加工しない構造では横モード制御閉じ込 めと電波狭窄はマスク合わせをすることによって位置を 合わせるのが普通のプロセスである。しかし、高い精度 る方法が有効である。最近は有機金属気相成長法により 所にはSiの験などのマスクを形成しマスクのない所だけ **に結晶成長させる方法、が可能になっており、様々な構 食を面内に作る方法として注目されている。** 

【0010】本発明は、このような点に觸みて、遊択成 艮を利用し、括性層が平坦で屈折率差を小さく制御する ことが可能で、しかも自己整合可能な半導体レーザおよ **パその製造方法を提供することを目的とする。** 0011

るために本発明の半導体レーザは、基板上に、少なくと も分布帰還を得るための回折格子と、機方向に平坦な活 生層と、この活性層上に後してあるいは他の半導体層を 【展題を解決するための手段】このような目的を達成す

挟んで散けた光閉じ込め層と、この光閉じ込め層上に後 て方向に光を閉じ込める低屈折率のクラッド層と、この クラッド層と同じ屈折率を有し前記りブ層の側面に形成 してあるいは他の半導体圏を挟んで散けられ横モード竪 じ込めのためにストライプ状に形成されたリブ層と、上 され側面が (111)面である電流狭窄層を有し、前記リブ 暑の屈折率は前記クラッド層に比べて高く設定されると 共に、前記リブ層のエッチング深さはリブ層の横幅より 浅くなるように形成されてなることを特徴とする。

あるいは他の半導体層を挟んで散けた光閉じ込め層を形 電流狹窄層を形成する工程と、前配ストライプを除去し 子と、横方向に平坦な活性層と、この活性層上に接して 成する工程と、前記光閉じ込め層の上にストライプを形 成する工程と、前記ストライプをマスクとして前記光閉 に込め層の表面を一部エッチングし、そのエッチング深 さがストライプの幅よりも浅くなるようにリブ層を形成 する工程と、前記ストライプをマスクとして選択的に結 晶成長させ、側面に (111)低成長速度面が現れるように た後、前記リブ層および電流狭窄層の上にクラッド層を は、基板上に、少なくとも分布帰還を得るための回折格 【0012】また、本発明の半導体レーザの製造方法 形成する工程からなることを特徴とする。 01

**【作用】基板上に、少なくとも分布帰還を得るための回** プ状に加工するために必要なエッチング深さがリブ層の 択的に結晶成長させることにより形成し、電流狭窄層の 剛面に (111)低成長速度面が現れるようにする。これに **忻格子と、活性磨と、光閉じ込め層と、リブ層と、上下** 方向に光を閉じ込める低屈折率のクラッド層を有する分 領幅より浅くなるようにする。例えば10分の1以下に する。また、リブ層の側面には、クラッド層と同じ屈折 をストライプ状に加工するために用いたマスクにより避 より、活性層が平坦で屈折率差を小さく制御できるリブ 布帰遠型半導体レーザにおいて、前記リブ層をストライ 率である電流狭窄層を設ける。この電流狭窄層はリブ層 型半導体レーザを作製することができる。 [0013]

図1は本発明に係る半導体レーザの一実施例を示す斜視 図、図2は本発明の半導体レーザの製造方法の各工程に おける斯固図である。第1数は、GalnAsP/Inb の材料系 【実施例】以下図面を用いて本発明を詳しく説明する。 での各層の膜厚と組成の一例を示す数である。 [0015] (1行空白) [0014]

i-GaInAsP 7nmの多重量子井戸構造 I-GaInAsP(λ,=1.3μm) 15nm≥ -GaInAsP(As=1.3 mm) 150 nm

n-GalnAsP(A,=1.3µm) 70nm

r-leP 500nm n-In? 240nm

クラッド層2 クラッド層4

SCH面5 回扩格子3

(100) P-In

第1表 €

-GalnAsP(As=1.3 mm) 150 nm

Si0, 100nm厚 2 μm幅

**東京教室庫9 a** 島武牧を置る ひ クラッド暦12

ストライプ8

SCH面7 和和斯6

λ。 は禁御帯幅に相当する光の被長

ただし、GaludaP, Galuda はInP に格子数合

NIAuGe/Au

Cr/Au

**电阻14 电阻**15

P-GalnAs 300 nm P-In 1000nm P-In? 300nm P-In 1000nm

コンタクト暦13

なDFB-LDと同様である。なお、回折格子には位相 4 (第2のクラッド層)、SCH層5 (第1の光閉じ込 缶)と反応性イオンエッチング(あるいは化学エッチン **グ)により回折格子3を形成する。この上にクラッド階** を結晶成長させる。ここまでの構造と製造方法は一般的 [0016] 導電性の基板1の上にクラッド層2 (第) め層)、括性層 6、SCH層 7(第2の光閉じ込め層) せ、この表面に電子ピーム観光法(あるいは干渉観光 のクラッド圏)と回折格子を形成する層を結晶成長さ シフトを含むものでもよい。

するため、リブの横幅がサイドエッチングの分だけ変化 \* 【0017】 次にプラズマCVD(Chemical Vapor Dep osition )法によりSidx膜を堆積し、フォトリングラフ ようにSCH層7の表面を一部エッチングする。この段 る。このストライプ8をマスクとして図2 (c) に示す グされる時、同時に複方向にもサイドエッチングが進行 塾の分がリブ層として働く。なお、深さ方向にエッチン により図2 (b) に示すようなストライプ8を成形す

rする。この影響を小さくするには、リブ幅を広くするこ とと、エッチングを強くしてサイドエッチングを減らす ことが有効である。エッチングの深さはリブ幅より浅く とるが、エッチングの深さをリブ幅の10分の1以下に するのが窒ましい。

校面からごく強い所をわずかにエッチングするだけであ れば、エッチング深さの制御性もよく、触針式段差計な どで精密にモニターすることができるので、屈折率差の 再現性をよくすることはたやすい。第1数の例ではエッ チング量を10mmとしたとき屈折率差が0.02とな 【0018】 屈折率差はエッチング量にほぼ比例する。 30

9 b)を成長させる。第2数に電流狭窄層の選択成長の [0019] 次に、図2 (d) に示すように、ストライ プ8を選択成長のマスクとして、観戒狭窄層9(9g. 条件の一例を示す。

[0000]

トリメチルインジウム、ホスフィン 15nm/m1n **然氏、使型、高用故如熱存型** 650°C 7億金属気相成長法 成長圧力 材料ガス 我是这项 衣是程度

[0021] この条件ではマスクとしたストライプ8の 上には何も付着せず、丁度リブ層の側面に自動的に電流

1) 面が現れ、この面上の成長は停止しているかあるい は非常に成長速度が遅くなっているかであるため、厚い 電流狭窄層を成長させてもマスク上が覆われることはな

**狭窄層が配置される。しかも電流狭窄層の側面には(11** 

-4-

20

છ

【0022】次に、マスクに用いたストライプ8を除去 **すれば、図1の半導体レーザが出来上がる。 なお、さら** に必要に応じて婚面の無反射コーティング等の処理を施 した後、クラッド層12(第3のクラッド層)とコンタ クト層13を成長させれば図2 (e) のようになり、最 後に上面と下面に電極14と15を形成して案子に分離

【0023】なお、本発明は実施例に限定されるもので はない。例えば、図2 (a) でSCH層7の上にさらに にストライプ8をこの上に形成し、これをマスクとして **分離暦10とリブ暦11を成長させ、図2 (b) のよう** リブ帰11をエッチングするようにしてもよい。 なお後 の工程は上記実施例と同じである。この場合の組成およ すのは一般のDFB-LDと回換である。

を追加したものである。図3はこの構造における、図2 (d) に対応する断面図である。この構造は、エッチン p-GalnAsP(λε=1.3μm) 100nm び順厚の具体例としては、第1表のものに、 Pln 50 nm 少無難 10 リブ暦11

**どの終点が分離層10の上面から下面の間にありさえす** れば、屈折率差が同じにできる利点がある。

[0024]また、電流狭磐層9を高抵抗とし(電流狭 容置9gと9bを例えばFeドープInP とし)、他はすべ て第1の実施例 (図1、2) あるいは第2の実施例 (図 3) と阿じにしてもよい。

[0025] さらにまた、上部配権を分割して配流の注 合わせることもできる。また回折格子としては利得ある 入量を調整することにより、さらに高特度に発仮改長を

いは吸収を持つようにした利得結合DFBとすることも

半導体レーザは、毎価型が串のストライプ幅による変化 要なストライプ幅の作製精度は1.±0.03nmから2 が小さいので、発振波長を回折格子のピッチにより特度 0.02の基合)のストライプ値に対する特価団が母の 変化の計算例を示す。図4において、破線で示した範囲 る範囲であり、この範囲内に発振板長を合わせるのに必 [0026] 以上説明したような方法により形成された ±0.3nm (Δn=0.02) ~大きく殻和されるこ が、1.55μ田帯で主0.6π田の徴長変化に対応す 良く決めることができる。図4に従来の埋め込み構造 (点線) と本発明の構造 (屈折率整∆n=0.01と

[0027] また、プロセス中でマスク合わせ工程が不 **したもどロセス中にゲインパークが何化しない。 した**が Dや放長間隔の精度が必要なWDM用多数長集積化しD め、プロセスの再現性が高い。このため飲計通りの特性 が再現性良く得られる。さらに、活性層に量子井戸を使 って発援核長の範囲指定の厳しい周核教安定化光級用し **要で、エッチングも高精度に行うことが容易であるた** とが分かる。

【0028】また、横モード閉じ込めの阻折率差がリブ の厚さと屈折率で自由に与えられるのも特徴である。例 えば、従来の埋め込み型では屈折率差が大きすぎて実際 るのは困難であるが、本発明の構造では導波路幅を高次 鎖モードカットオフに散計でき、安定な横単一モードが 協面の光密度を下げることができ、髙出力化にも有効で ある。屈折率差が小さく、エッチングの量も少なくでき ることは、導波路の散乱による損失を小さくできる効果 に作製可能な活性層幅では高吹横モードカットオフにす 容易に得られる。カットオフ幅を大きくした場合には、 もあり、狭いスペクトル鉄幅を得るためにも効果があ 9

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、等 面屈折率のストライブ幅による変化が小さいので、発振 彼長を回折格子のピッチにより精度良く決めることがで きる。また、電流狭窄は横モード閉じ込めと自己整合さ **れるので強れ電流量の再現性を上げることができる。さ** らに、横モード閉じ込めの屈折率差がリブの厚さと屈折 率で自由に与えられる。そして屈折率差を小さく、エッ チングの最も少なくできることは、導波路の散乱による 損失が小さく、狭いスペクトル線幅が得られるという効 果を生ずる。このような本発明の半導体レーザは特に長 故長系材料(GalnAsP/inP)での通信用あるいは計測用 の光頭として用いて効果がある。 [0029] 20

【図1】本発明に係る半導体レーザの一実施例を示す斜 【図画の簡単な説明】 乳図である。

[図2] 本発明の半導体レーザの製造方法の各工程にお ける断面図である。 39

【図3】本発明の半導体レーザの他の実施例を示す斜視

[図4] ストライブ幅に対する等価屈折率の変化の計算

【図5】従来の半導体ソーザの一例を示す好視図であ 例を示す図である

[符号の説明]

クラッド層

4.クラッド層 回折格子

光閉じ込め層

光閉じ込め層 ストライプ

9 a , 9 b 配流狭窄層

10 分離層

などに用いて最適である。

ş

14,15 配極

特開平7-326812

G

(**8**3)

[図2]

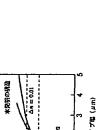
[図]

Ξ Ē 医作為子 15 報復

大党型の機能 0.0 -0.0

[図4]

3



Ξ

[図2]